

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-075816

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 5/30

G02B 26/10

(21)Application number : 2000-253564

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 24.08.2000

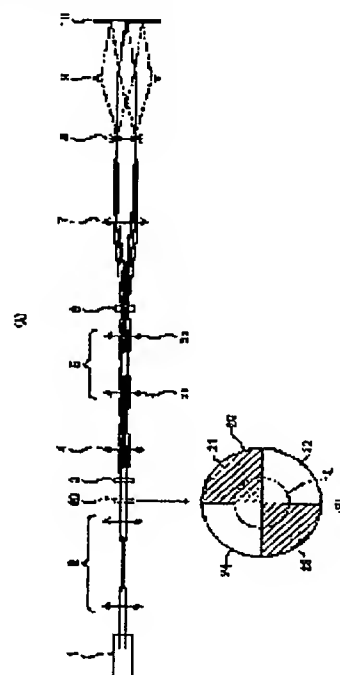
(72)Inventor : IIZUKA TAKAYUKI

## (54) METHOD OF DETECTING BEAM ROW AND PHASE FILTER FOR DETECTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of detecting a beam row, by which the result of detection can be determined instantaneously and the intervals of beam spots can be specified accurately.

SOLUTION: A multi-beam drawing device has a light source 1, a beam expander 2, a diffraction branch element 3, a convergent lens 4, a relay optical system 5, a multi-channel modulator 6, a collimator lens 7, a polygon mirror 8, an  $f\theta$  lens 9 and a drawing surface 10. When the beam row is detected, a phase filter 20 dividing the cross section of luminous flux L into four fan-shaped areas and imparting the optical path difference of a half wave between the adjacent areas is arranged between the beam expander 2 and the diffraction branch element 3. When the phase filter 20 is arranged in an optical path, luminous fluxes mutually cancel and the intensity reaches zero in sections corresponding to the boundary sections of the areas, and cross-shaped dark lines are formed because optical path difference having a similar figure to the areas of the phase filter 20 is generated even in the beam spot on the drawing surface 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3645801

[Date of registration]

10.02.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Branch to plurality by the optical branching component, and the flux of light emitted from the light source is drawn on a drawing surface. It is the beam train detection approach in the multi-beam drawing equipment which forms two or more beam spots and forms a pattern on said drawing surface by making this beam spot scan relatively to said drawing surface. The phase filter which gives the optical path difference of the half-wave length between the area which divides the cross section of said flux of light into two or more area, and adjoins between said light source and said optical branching component is arranged. The beam train detection approach characterized by detecting relative spacing of two or more of said beam spots on the basis of the dark line formed of the phase gap produced in said beam spot by arranging said phase filter.

[Claim 2] Said phase filter is the beam train detection approach according to claim 1 characterized by forming the dark line of a cross-joint form in said beam spot by quadrisecting the cross section of said flux of light into sector area, and giving the optical path difference of the half-wave length between adjoining area.

[Claim 3] Said phase filter is the beam train detection approach according to claim 1 characterized by forming a ring-like dark line in said beam spot by dividing the cross section of said flux of light into two area of the circular area and the ring-like area of a perimeter of a core, and giving the optical path difference of the half-wave length among such area.

[Claim 4] The phase filter for beam train detection characterized by dividing into two or more area the cross section of the flux of light which carries out incidence, and giving the optical path difference of the half-wave length between adjoining area.

[Claim 5] The phase filter for beam train detection according to claim 4 characterized by having four area divided by the cross line which intersects perpendicularly, and giving the optical path difference of the half-wave length between adjoining area.

[Claim 6] The phase filter for beam train detection according to claim 4 characterized by having two area divided by the ring-like line, and giving the optical path difference of the half-wave length among such area.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the beam train detection approach in multi-beam drawing equipment, and the phase filter used for this detection.

[0002]

[Description of the Prior Art] Multi-beam drawing equipment branches to plurality by the optical branching component, draws the flux of light emitted from the light source on a drawing surface, forms two or more beam spots, and forms a pattern on a drawing surface by making these beam spots scan relatively to a drawing surface. In this kind of multi-beam drawing equipment, in order to make spacing of the scanning line equal, two or more beam spots are on a drawing surface, and need to arrange at equal intervals.

[0003] Although the optical system of multi-beam drawing equipment is designed so that the beam spot may arrange at equal intervals, variation may produce it at spacing of the beam spot in fact according to aberration, a mechanical assembly error of an optical element, etc. which optical system has. In order for the variation in beam-spot spacing to turn into variation in spacing of the scanning line and to degrade drawing quality, it needs to detect spacing of the beam spot, and it needs to adjust it so that these may serve as regular intervals.

[0004] The approach of arranging optoelectric transducers, such as a method of detecting spacing of the scanning line from the former based on an actual drawing result or CCD, in the location of a drawing surface, and carrying out direct detection of the location of the beam spot etc. is enforced.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the detection approach based on an actual drawing result, the result of adjustment cannot be known immediately but there is a problem that adjustment takes time and effort. Moreover, by the approach using an optoelectric transducer, there is a problem that it is difficult to specify the core of the beam spot based on the gently-sloping intensity distribution of the detected beam spot, and it difficult to detect spacing of the beam spot correctly. In addition, although specifying the center of gravity of the intensity distribution of the beam spot as a core of the beam spot is also considered by detection using an optoelectric transducer, exact adjustment may not be able to be performed, if turbulence of a proper may be included in intensity distribution for every beam spot and it centers uniform on a center of gravity.

[0006] This invention aims at offering the beam train detection approach and the phase filter for detection which can be made in view of the trouble of the conventional technique mentioned above, and can know a detection result immediately, and can detect spacing of the beam spot correctly.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order for the beam train detection approach concerning this invention to make the above-mentioned purpose attain, The phase filter which gives the optical path difference of the half-wave length between the area which divides the cross section of the flux of light into two or more area, and adjoins between the light source of multi-beam drawing equipment and an optical branching component is arranged. It is characterized by detecting relative spacing of two or more beam spots on the basis of the dark line formed of the phase gap produced in the beam spot on a drawing surface by arranging this phase filter.

[0008] Since a dark line is formed in the bright beam spot on a drawing surface by arranging a phase filter according to the above-mentioned approach, this dark line serves as a high index of contrast. Therefore, if an optoelectric transducer is arranged to a drawing surface and the beam spot is detected, the location of the beam spot is correctly detectable on the basis of a dark line. Moreover, since the phase filter is arranged in

this side where the flux of light branches, even if it can form a dark line in two or more beam spots with a single phase filter and a phase filter carries out eccentricity to the flux of light, since a gap of the dark line by eccentricity appears equally to all the beam spots, it does not become the hindrance at the time of detecting the relative position of the beam spot.

[0009] A phase filter quadrisects the cross section of the flux of light into sector area, and gives the optical path difference of the half-wave length between adjoining area. In this case, the dark line of a cross-joint form is formed in the beam spot. Or a phase filter divides the cross section of the flux of light into two area of the circular area and the ring-like area of a perimeter of a core, and gives the optical path difference of the half-wave length among such area. In this case, a ring-like dark line is formed in the beam spot.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of the beam train detection approach concerning this invention is explained. The schematic diagram in which drawing 1 (A) shows the optical system of the multi-beam drawing equipment with which the approach of an operation gestalt is applied, and drawing 1 (B) are the top views of the phase filter used at the time of beam-spot location detection of the optical system of drawing 1 (A). First, the configuration of multi-beam drawing equipment is explained based on drawing 1 (A).

[0011] Sequentially from the left-hand side in drawing 1 (A), the light source 1, a beam expander 2, the diffraction branching component 3, a convergent lens 4, the relay optical system 5, the multichannel modulator 6, a collimate lens 7, the polygon mirror 8, the ftheta lens 9, and a drawing surface 10 arrange multi-beam drawing equipment, and it is constituted.

[0012] The light sources 1 are the laser light sources, such as an argon laser, and, as for the flux of light emitted from this light source 1, the diameter of the flux of light is adjusted by the beam expander 2. The diffraction branching component 3 is made to inject at an include angle which branch in a book and is different, respectively by making the parallel flux of light from a beam expander 2 diffract. [ two or more ]

[0013] Incidence of two or more parallel flux of lights which branched by the diffraction branching component 3 is carried out to the multichannel modulators 6, such as AOM (acoustooptics modulation element), through the relay optical system 5 which contains 1st group 5a and 2nd group 5b, being used as convergence light with a convergent lens 4. Two or more flux of lights drawn from the relay optical system 5 are modulated independently by the multichannel modulation element 6, respectively. Incidence of two or more modulated flux of lights is carried out to the polygon mirror 8 through a collimate lens 7, and they are followed on rotation of this polygon mirror, and are reflected and deflected. Two or more deflected flux of lights form two or more beam spots scanned to a main scanning direction on a drawing surface 10 through the ftheta lens 9.

[0014] As a broken line shows at drawing 1 (A) between the light source 1 and the diffraction branching components 3 and in this example at the time of detection of a beam train, the phase filter 20 is arranged between a beam expander 2 and the diffraction branching component 3. The phase filter 20 is a component which divides the cross section of the flux of light L into four sector area in two or more area and this example, and gives the optical path difference of the half-wave length between adjoining area, as shown in drawing 1 (B). That is, the phase filter 20 is a disc-like component, and the front face is divided into the area 21, 22, 23, and 24 of four sectors. Two area 21 and 23 shown with a slash all over drawing is constituted so that the optical path difference of the half-wave length may be given to other area 22 and 24.

[0015] Drawing 2 is the explanatory view showing an example of the manufacture approach of the above-mentioned phase filter 20. Disc-like transparent glass substrate 20a is prepared ( drawing 2 (A)), and the film which gives the optical path difference of the half-wave length is formed in the field which covers the one half bordering on the diameter, and is shown with the slash in drawing 2 (B) by coating. Next, a wrap field is rotated 90 degrees and the film which gives the optical path difference of the half-wave length similarly is formed by coating ( drawing 2 (C)). The area 22 and 24 in which the film of one layer was formed by this to the area 21 in which the film is not formed gives the optical path difference of the half-wave length, and, as for the area 23 in which the two-layer film was formed, gives one wave of optical path difference. Since one wave of optical path difference is equivalent to there being no optical path difference, as for area 22 and 24, area 21 and 23 will give the optical path difference (phase contrast) of the half-wave length to in phase and this.

[0016] If the phase filter 20 is arranged in an optical path, since the phase contrast of the half-wave length will arise between the flux of lights which penetrated the area where the phase filter adjoined, the area of the phase filter 20 and the phase contrast of an analog arise also in the beam spot on a drawing surface 10, and, thereby, a phase gap arises between area. With the phase gap in such the beam spot, in the part equivalent to

the boundary part of area, the light from which the phase shifted negates each other, and reinforcement becomes zero. Therefore, the dark line of a cross-joint form is formed in the beam spot.

[0017] Drawing 3 is a graph which shows the intensity distribution of the beam spot on the drawing surface 10 in the case of having arranged the phase filter 20. As shown in this graph, including four peaks, the boundary part between these peaks serves as a strong valley, and the beam spot forms a dark line.

[0018] Since two or more beam spots are formed on a drawing surface 10 in fact, when the phase filter 20 has been arranged, as shown in drawing 4, two or more formation of the beam spot S1 containing the dark line of a cross-joint form is carried out. These beam spots S1 are scanned along with the scanning line shown with a broken line. In order to keep drawing precision high, it is necessary to maintain the spacing W1 and W2 of these scanning lines at a specific value. In addition, in drawing 4, the bright part of the beam spot S1 is illustrated as a sector field. Although shown as a null, since it becomes the brightness same in fact as the field besides the beam spot, the part between the fields of these sectors is observed as a dark line in the bright beam spot S1. If an optoelectric transducer is arranged to a drawing surface 10 and the location of the beam spot is detected on the basis of the dark line of these cross-joint forms, the location of each beam spot can be detected correctly, therefore relative spacing of two or more beam spots can be detected with a sufficient precision.

[0019] In addition, since the phase filter 20 is arranged at the light source side from the diffraction branching component 3 which branches the flux of light, it can form a dark line in two or more beam spots with the single phase filter 20. Moreover, when the phase filter 20 carries out eccentricity to the flux of light, as shown in drawing 5, the dark line of a cross-joint form carries out the same amount displacement in the same direction about all the beam spots S2. Therefore, the eccentricity of a phase filter does not become the hindrance at the time of detecting the relative position of the beam spot S.

[0020] Drawing 6 is the top view showing the phase filter 30 concerning other operation gestalten. This phase filter 30 divides the cross section of the flux of light L into two area of the circular area and the ring-like area of a perimeter of a core in two or more area and this example, and gives the optical path difference of the half-wave length between adjoining area. That is, the phase filter 30 is a disc-like component, and the front face is divided into the circular area 31 of a core, and the area 32 of the shape of a ring of the perimeter.

[0021] The phase filter 30 is arranged between a beam expander 2 and the diffraction branching component 3 like the operation gestalt shown in drawing 1 (A) at the time of detection of a beam train. If the phase filter 30 is arranged in an optical path, since the phase contrast of the half-wave length will arise between the flux of lights which penetrated two area of the phase filter 30, the area of the phase filter 30 and the phase contrast of an analog arise also in the beam spot on a drawing surface 10, and, thereby, a phase gap arises between area. With the phase gap in such the beam spot, in the part equivalent to the boundary part of area, the flux of light negates each other and reinforcement becomes zero. Therefore, a circular dark line is formed in the beam spot.

[0022] Drawing 7 is a graph which shows the intensity distribution of the beam spot on the drawing surface 10 in the case of having arranged the phase filter 30. Here, in order to clarify strong distribution, one fourth of fields are cut and shown. As shown in this graph, while the beam spot has a single peak at the core, on the outskirts, it has a ring-like peak, and the boundary part between these peaks serves as a strong valley, and forms a dark line.

[0023] Since two or more beam spots are formed on a drawing surface 10 in fact, when the phase filter 30 has been arranged, as shown in drawing 8, two or more formation of the beam spot S3 containing a circular dark line is carried out. Since the strong fall of the periphery of the beam spot is gently-sloping, a boundary is indefinite, but since it is formed into the bright beam spot, the dark line by the phase gap has high contrast, and it can identify it clearly. If an optoelectric transducer is arranged to a drawing surface 10 and the location of the beam spot is detected on the basis of these circular dark lines, the location of each beam spot can be detected correctly, therefore relative spacing of two or more beam spots can be detected with a sufficient precision.

[0024]

[Effect of the Invention] Since a dark line can be formed in each beam spot on a drawing surface by arranging a phase filter in the optical path of multi-beam drawing equipment according to this invention as explained above, the location of the beam spot can be correctly pinpointed by the detection approach using an optoelectric transducer by being based on this dark line. Therefore, a detection result can be known immediately, and spacing of the beam spot can be specified correctly, and adjustment based on a detection result etc. can be performed correctly quickly.

---

[Translation done.]

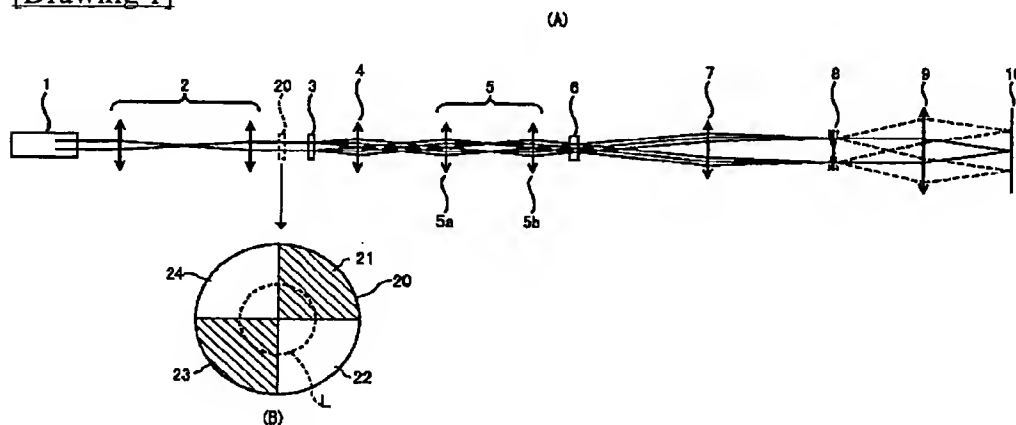
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

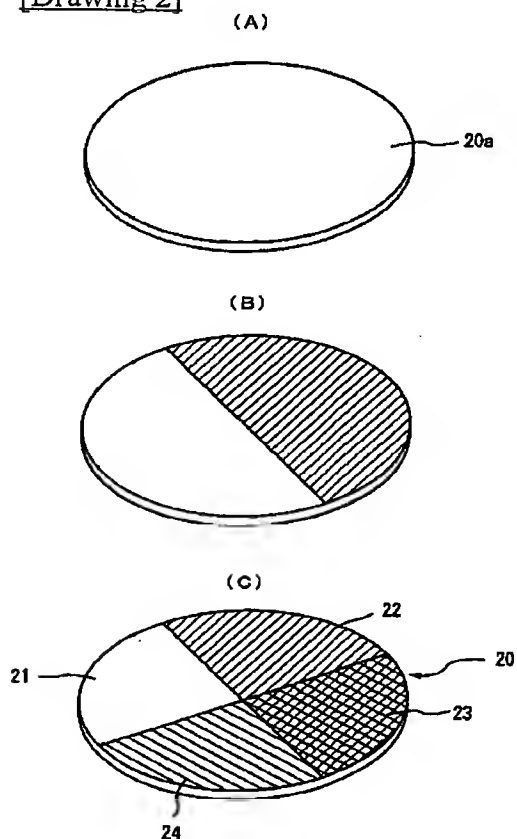
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

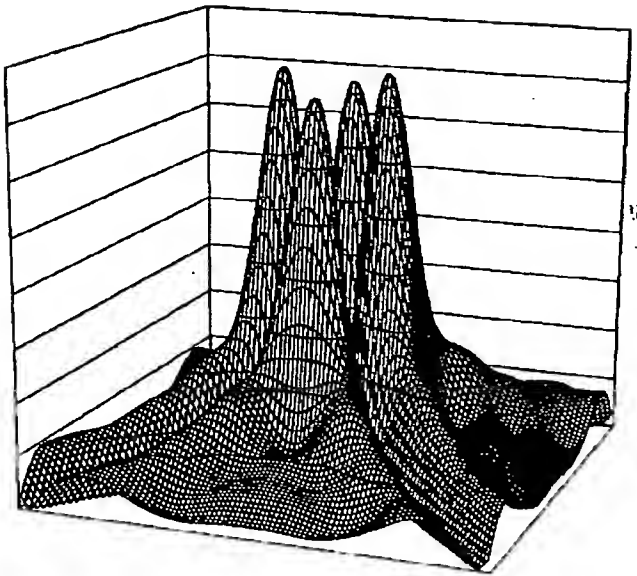
[Drawing 1]



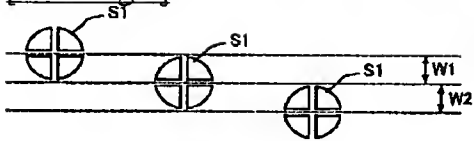
[Drawing 2]



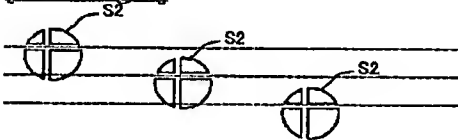
[Drawing 3]



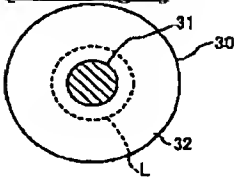
[Drawing 4]



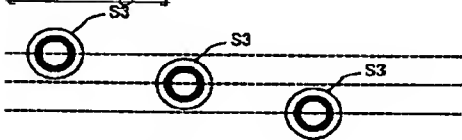
[Drawing 5]



[Drawing 6]

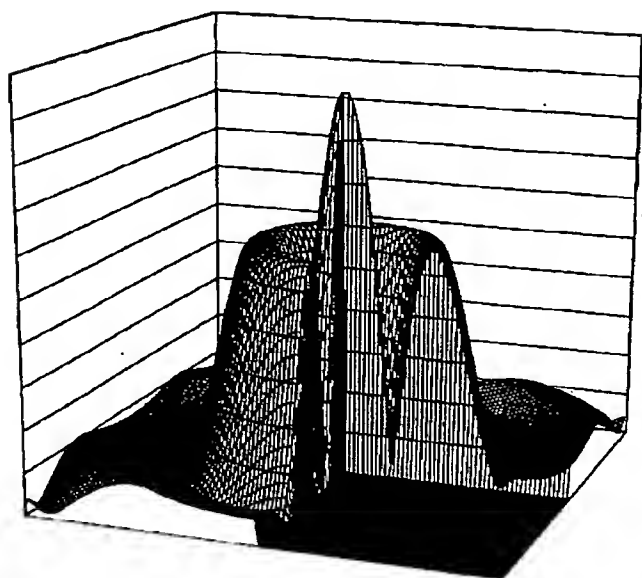


[Drawing 8]



[Drawing 7]





---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-75816

(P2002-75816A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

データベース(参考)

H 0 1 L 21/027

G 0 2 B 5/30

2 H 0 4 5

G 0 2 B 5/30

26/10

B 2 H 0 4 9

26/10

H 0 1 L 21/30

5 2 9

5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-253564(P2000-253564)

(22) 出願日 平成12年8月24日(2000.8.24)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 飯塚 隆之

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

(74) 代理人 100098235

弁理士 金井 英幸

Fターム(参考) 2H045 AA01 BA26 BA33

2H049 BA06 BA46 BB01 BC21

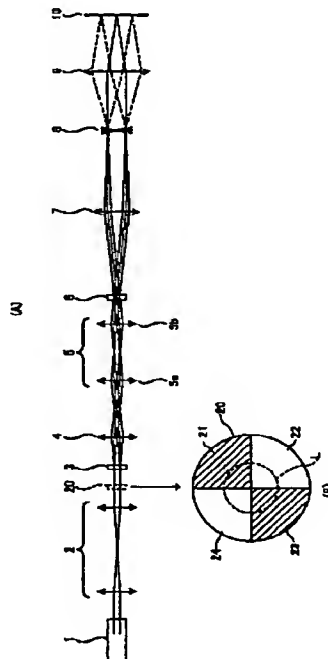
5F046 BA07 CB08 CB22

(54) 【発明の名称】 ビーム列検出方法および検出用位相フィルター

(57) 【要約】

【課題】 検出結果を即時に知ることができ、かつ、ビームスポットの間隔を正確に特定することができるビーム列検出方法を提供すること。

【解決手段】 マルチビーム描画装置は、光源1、ビームエクspander2、回折分岐素子3、収束レンズ4、リレー光学系5、マルチチャンネル変調器6、コリメートレンズ7、ポリゴンミラー8、 $f\theta$ レンズ9、描画面10を備える。ビーム列の検出時には、ビームエクspander2と回折分岐素子3との間に、光束Lの断面を扇形の4つのエリアに分割し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与える位相フィルター20が配置される。。位相フィルター20を光路中に配置すると、描画面10上のビームスポット内にも位相フィルター20のエリアと相似形の光路差が生じるため、エリアの境界部分に相当する部分では光束が打ち消し合って強度がゼロになり、十字形の暗線が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から発した光束を光分岐素子により複数の分岐して描画面上に導き、複数のビームスポットを形成し、該ビームスポットを前記描画面に対して相対的に走査させることにより前記描画面上にパターンを形成するマルチビーム描画装置におけるビーム列検出方法であって、

前記光源と前記光分岐素子との間に、前記光束の断面を複数のエリアに分割して隣接するエリア間に半波長の光路差を与える位相フィルターを配置し、  
前記位相フィルターを配置することにより前記ビームスポット内に生じた位相ギャップにより形成される暗線を基準にして前記複数のビームスポットの相対間隔を検出することを特徴とするビーム列検出方法。

【請求項2】 前記位相フィルターは、前記光束の断面を扇形のエリアに4分割し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与えることにより、前記ビームスポット内に十字形の暗線を形成することを特徴とする請求項1に記載のビーム列検出方法。

【請求項3】 前記位相フィルターは、前記光束の断面を中心部の円形エリアとその周囲のリング状エリアとの2つのエリアに分割し、これらのエリア間に半波長の光路差を与えることにより、前記ビームスポット内にリング状の暗線を形成することを特徴とする請求項1に記載のビーム列検出方法。

【請求項4】 入射する光束の断面を複数のエリアに分割し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与えることを特徴とするビーム列検出用位相フィルター。

【請求項5】 直交する十字線により区切られた4つのエリアを有し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与えることを特徴とする請求項4に記載のビーム列検出用位相フィルター。

【請求項6】 リング状の線により区切られた2つのエリアを有し、これらのエリア間に半波長の光路差を与えることを特徴とする請求項4に記載のビーム列検出用位相フィルター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチビーム描画装置におけるビーム列検出方法、およびこの検出に利用される位相フィルターに関する。

## 【0002】

【従来の技術】マルチビーム描画装置は、光源から発した光束を光分岐素子により複数の分岐して描画面上に導き、複数のビームスポットを形成し、これらのビームスポットを描画面に対して相対的に走査させることにより描画面上にパターンを形成する。この種のマルチビーム描画装置においては、走査線の間隔を等しくするため、複数のビームスポットが描画面上で等間隔で配列する必要がある。

【0003】マルチビーム描画装置の光学系は、ビームスポットが等間隔で配列するように設計されているが、光学系の持つ収差や光学素子の機械的な組み立て誤差等により、実際にはビームスポットの間隔にバラツキが生じる場合がある。ビームスポット間隔のバラツキは走査線の間隔のバラツキとなって描画品質を劣化させるため、ビームスポットの間隔を検出し、これらが等間隔となるよう調整する必要がある。

【0004】従来から、実際の描画結果に基づいて走査線の間隔を検出する方法、あるいは、CCD等の光電変換素子を描画面の位置に配置してビームスポットの位置を直接検出する方法等が実施されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際の描画結果に基づく検出方法では、調整の結果を即時に知ることができず、調整に手間がかかるという問題がある。また、光電変換素子を用いた方法では、検出されたビームスポットのなだらかな強度分布に基づいてビームスポットの中心を特定するのが困難であり、ビームスポットの間隔を正確に検出するのが困難であるという問題がある。なお、光電変換素子を用いた検出では、ビームスポットの強度分布の重心をビームスポットの中心として特定することも考えられるが、強度分布には各ビームスポット毎に固有の乱れを含む場合もあり、一様に重心を中心とすると、正確な調整ができない可能性がある。

【0006】本発明は、上述した従来技術の問題点を鑑みてなされたものであり、検出結果を即時に知ることができ、かつ、ビームスポットの間隔を正確に検出することができるビーム列検出方法および検出用位相フィルターを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明にかかるビーム列検出方法は、上記の目的を達成させるため、マルチビーム描画装置の光源と光分岐素子との間に、光束の断面を複数のエリアに分割して隣接するエリア間に半波長の光路差を与える位相フィルターを配置し、この位相フィルターを配置することにより描画面上のビームスポット内に生じた位相ギャップにより形成される暗線を基準にして複数のビームスポットの相対間隔を検出することを特徴とする。

【0008】上記の方法によれば、位相フィルターを配置することにより描画面上の明るいビームスポット内に暗線が形成されるため、この暗線がコントラストの高い指標となる。したがって、描画面に光電変換素子を配置してビームスポットを検出すると、暗線を基準にしてビームスポットの位置を正確に検出することができる。また、位相フィルターは、光束が分岐する手前に配置されているため、単一の位相フィルターにより複数のビームスポットに暗線を形成することができ、かつ、位相フィルターが光束に対して偏心したとしても、偏心による暗

線のずれは全てのビームスポットに対して同等に現れるため、ビームスポットの相対位置を検出する際の妨げにはならない。

【0009】位相フィルターは、例えば光束の断面を扇形のエリアに4分割し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与える。この場合には、ビームスポット内に十字形の暗線が形成される。あるいは、位相フィルターは、光束の断面を中心部の円形エリアとその周囲のリング状エリアとの2つのエリアに分割し、これらのエリア間に半波長の光路差を与える。この場合には、ビームスポット内にリング状の暗線が形成される。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかるビーム列検出方法の実施形態を説明する。図1(A)は、実施形態の方法が適用されるマルチビーム描画装置の光学系を示す概略図、図1(B)は、図1(A)の光学系のビームスポット位置検出時に使用される位相フィルターの平面図である。最初に、図1(A)に基づいてマルチビーム描画装置の構成について説明する。

【0011】マルチビーム描画装置は、図1(A)中左側から順に、光源1、ビームエクspander2、回折分岐素子3、収束レンズ4、リレー光学系5、マルチチャンネル変調器6、コリメートレンズ7、ポリゴンミラー8、 $f\theta$ レンズ9、そして、描画面10が配列して構成されている。

【0012】光源1は、アルゴンレーザー等のレーザー光源であり、この光源1から発した光束はビームエクspander2により光束径が調整される。回折分岐素子3は、ビームエクspander2からの平行光束を回折させることにより複数本に分岐してそれぞれ異なる角度で射出させる。

【0013】回折分岐素子3により分岐された複数の平行光束は、収束レンズ4により収束光とされて第1群5aと第2群5bとを含むリレー光学系5を介してAOM(音響光学変調素子)等のマルチチャンネル変調器6に入射する。リレー光学系5から導かれる複数の光束は、マルチチャンネル変調器6によりそれぞれ独立して変調される。変調された複数の光束は、コリメートレンズ7を介してポリゴンミラー8に入射し、このポリゴンミラーの回転に伴って反射、偏向される。偏向された複数の光束は、 $f\theta$ レンズ9を介して描画面10上に主走査方向に走査する複数のビームスポットを形成する。

【0014】ビーム列の検出時には、光源1と回折分岐素子3との間、この例では図1(A)に破線で示すように、ビームエクspander2と回折分岐素子3との間に、位相フィルター20が配置される。位相フィルター20は、図1(B)に示すように、光束Lの断面を複数のエリア、この例では扇形の4つのエリアに分割し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与える素子である。すなわち、位相フィルター20は、円板状の素子であり、

表面が4つの扇形のエリア21、22、23、24に分割されている。図中で斜線で示される2つのエリア21、23は、他のエリア22、24に対して半波長の光路差を与えるよう構成されている。

【0015】図2は、上記の位相フィルター20の製造方法の一例を示す説明図である。円板状の透明なガラス基板20aを用意し(図2(A))、その直径を境とする半分を覆って図2(B)中斜線で示す領域に半波長の光路差を与える膜をコーティングにより形成する。次に、覆う領域を90度回転させ、同様に半波長の光路差を与える膜をコーティングにより形成する(図2(C))。これにより、膜が形成されないエリア21に対して、1層の膜が形成されたエリア22、24は半波長の光路差を与え、2層の膜が形成されたエリア23は1波長の光路差を与える。1波長の光路差は光路差がないのと等価であるため、エリア21、23が同位相、これに対してエリア22、24は半波長の光路差(位相差)を与えることとなる。

【0016】位相フィルター20を光路中に配置すると、位相フィルターの隣接したエリアを透過した光束間には半波長の位相差が生じるため、描画面10上のビームスポット内にも位相フィルター20のエリアと相似形の位相差が生じ、これによりエリア間に位相ギャップが生じる。このようなビームスポット内の位相ギャップにより、エリアの境界部分に相当する部分では位相のずれた光が打ち消し合って強度がゼロになる。したがって、ビームスポットには、十字形の暗線が形成される。

【0017】図3は、位相フィルター20を配置した場合の描画面10上でのビームスポットの強度分布を示すグラフである。このグラフに示されるように、ビームスポットは4つのピークを含み、これらのピークの間の境界部分は強度の谷間となって暗線を形成する。

【0018】実際には描画面10上には複数のビームスポットが形成されるため、位相フィルター20を配置した場合には、図4に示すように、十字形の暗線を含むビームスポットS1が複数形成される。これらのビームスポットS1は、破線で示される走査線に沿って走査する。描画精度を高く保つためには、これらの走査線の間隔W1、W2を特定の値に保つ必要がある。なお、図4では、ビームスポットS1の明るい部分を扇形の領域として図示している。これらの扇形の領域の間の部分は、空白として示されているが、実際にはビームスポット外の領域と同じ明るさとなるため、明るいビームスポットS1内における暗線として観察される。描画面10に光電変換素子を配置し、これらの十字形の暗線を基準にしてビームスポットの位置を検出すると、各ビームスポットの位置を正確に検出することができ、したがって、複数のビームスポットの相対間隔を精度よく検出することができる。

【0019】なお、位相フィルター20は、光束を分岐

させる回折分岐素子 3 より光源側に配置されているため、単一の位相フィルター 20 により複数のビームスポットに暗線を形成することができる。また、位相フィルター 20 が光束に対して偏心した場合には、例えば図 5 に示すように、全てのビームスポット S2 について十字形の暗線が同一方向に同一量変位する。したがって、位相フィルターの偏心は、ビームスポット S の相対位置を検出する際の妨げにはならない。

【0020】図 6 は、他の実施形態にかかる位相フィルター 30 を示す平面図である。この位相フィルター 30 は、光束 L の断面を複数のエリア、この例では中心部の円形エリアとその周囲のリング状エリアとの 2 つのエリアに分割し、隣接するエリア間に半波長の光路差を与える。すなわち、位相フィルター 30 は、円板状の素子であり、表面が中心部の円形のエリア 31 と、その周囲のリング状のエリア 32 とに分割されている。

【0021】位相フィルター 30 は、ビーム列の検出時に、図 1 (A) に示した実施形態と同様にビームエクspander 2 と回折分岐素子 3 との間に配置される。位相フィルター 30 を光路中に配置すると、位相フィルター 30 の 2 つのエリアを透過した光束間には半波長の位相差が生じるため、描画面 10 上のビームスポット内にも位相フィルター 30 のエリアと相似形の位相差が生じ、これによりエリア間に位相ギャップが生じる。このようなビームスポット内の位相ギャップにより、エリアの境界部分に相当する部分では光束が打ち消し合って強度がゼロになる。したがって、ビームスポットには、円形の暗線が形成される。

【0022】図 7 は、位相フィルター 30 を配置した場合の描画面 10 上でのビームスポットの強度分布を示すグラフである。ここでは、強度の分布を明確にするために、1/4 の領域をカットして示している。このグラフに示されるように、ビームスポットは中心に単一のピークを有すると共に、周辺にはリング状のピークを有し、これらのピークの間の境界部分は強度の谷間となって暗線を形成する。

【0023】実際には描画面 10 上には複数のビームスポットが形成されるため、位相フィルター 30 を配置した場合には、図 8 に示すように、円形の暗線を含むビームスポット S3 が複数形成される。ビームスポットの周辺部は、強度の低下がなだらかなため、境界が不明確であるが、位相ギャップによる暗線は、明るいビームスポットの中に形成されるため、コントラストが高く、明確に識別することができる。描画面 10 に光電変換素

子を配置し、これらの円形の暗線を基準にしてビームスポットの位置を検出すると、各ビームスポットの位置を正確に検出することができ、したがって、複数のビームスポットの相対間隔を精度よく検出することができる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、マルチビーム描画装置の光路中に位相フィルターを配置することにより、描画面上の各ビームスポット内に暗線を形成することができるため、この暗線を基準にすることにより、光電変換素子を用いた検出方法により、ビームスポットの位置を正確に特定することができる。したがって、検出結果を即時に知ることができ、かつ、ビームスポットの間隔を正確に特定することができ、検出結果に基づく調整等を素早く正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (A) は実施形態の方法が適用されるマルチビーム描画装置の光学系を示す概略図、(B) は (A) の光学系のビームスポット位置検出時に使用される位相フィルターの平面図。

【図 2】 図 1 (B) の位相フィルターの製造方法の一例を示す説明図。

【図 3】 図 1 (B) の位相フィルターを配置した場合の描画面上でのビームスポットの強度分布を示すグラフ。

【図 4】 図 1 (B) の位相フィルターを配置した場合の描画面上でのビームスポットの配列の一例を示す説明図。

【図 5】 図 1 (B) の位相フィルターを配置した場合の描画面上でのビームスポットの配列の他の例を示す説明図。

【図 6】 図 1 の光学系のビームスポット位置検出時に使用される位相フィルターの他の例を示す平面図。

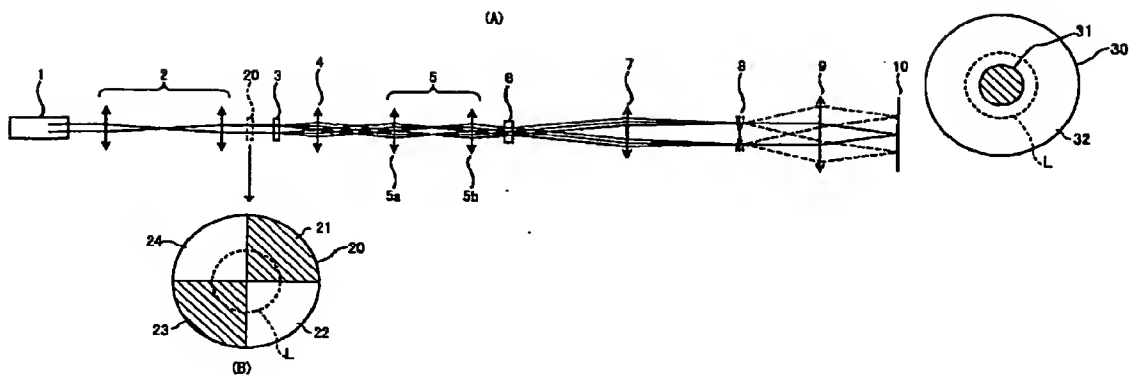
【図 7】 図 6 の位相フィルターを配置した場合の描画面上でのビームスポットの強度分布を示すグラフ。

【図 8】 図 6 の位相フィルターを配置した場合の描画面上でのビームスポットの配列の一例を示す説明図。

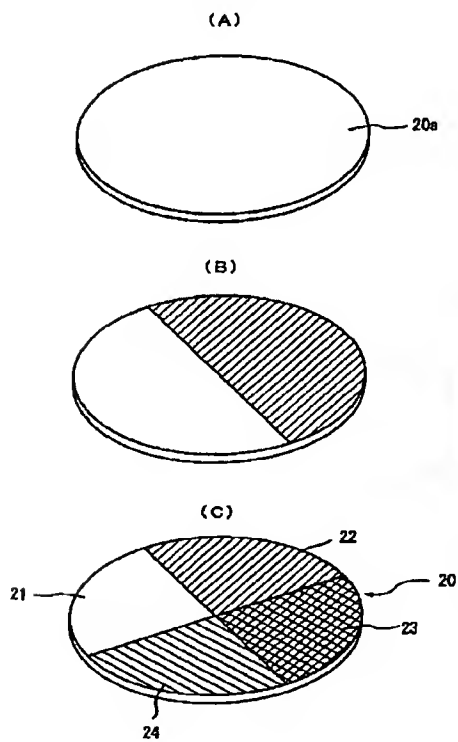
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 ビームエクspander
- 3 回折分岐素子
- 6 マルチチャンネル変調器
- 8 ポリゴンミラー
- 9 fθ レンズ
- 10 描画面
- 20, 30 位相フィルター 30

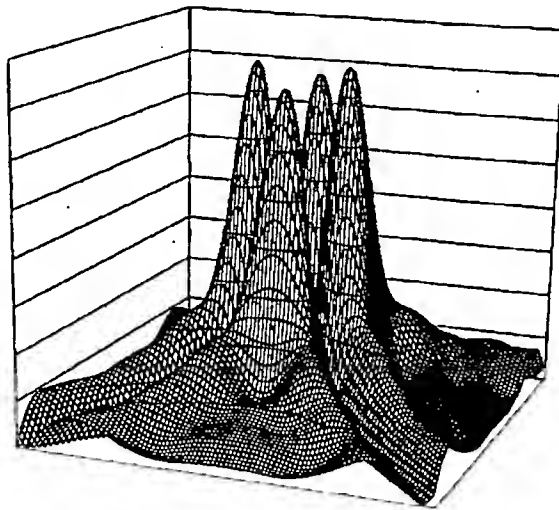
【図1】



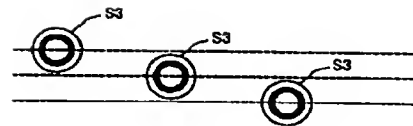
【図2】



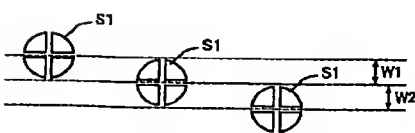
【図3】



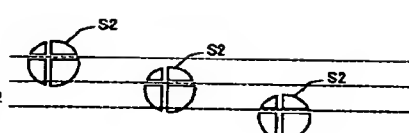
【図8】



【図4】



【図5】



【図7】

